

OPTICAL SHAPING

Publication number: JP62101408 (A)

Publication date: 1987-05-11

Inventor(s): MARUTANI YOJI +

Applicant(s): OSAKA PREFECTURE +

Classification:

- international: B29C35/02; B29C35/08; B29C67/00; C08F2/48; B29K105/24; B29C35/02; B29C35/08; B29C67/00; C08F2/46; (IPC1-7): B29C35/02; C08F2/48

- European: B29C67/00R2D2

Application number: JP19850243073 19851029

Priority number(s): JP19850243073 19851029

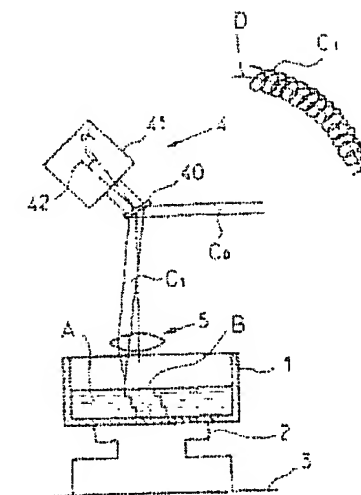
Also published as:

JP5004898 (B)

JP1895839 (C)

Abstract of JP 62101408 (A)

PURPOSE: To shape the solid of a desired thickness with a high dimensional accuracy by a method wherein projecting light flux is moved along a main path as a whole while effecting repeated micro-motions covering the main path along the sectional configuration of a solid to be shaped and the periphery of the main path to shape the sectional configuration. **CONSTITUTION:** When laser beams are projected against a plane mirror 40 while rotating the plane mirror 40 about an axial line 42 by a driving unit 41, reflecting light oscillates along a conical surface having the central angle of 2α and the beams are collected on a photo-setting substance A through a lens device 5. According to this method, light projection, accompanied by repeated micro-motions, can be effected. A vessel 1 is moved relatively with respect to the laser beams C1 by a position control unit 2 while effecting the repeated micro-motions and the laser beams C1 are moved relatively along the main path along the configuration of the solid to be shaped, then, a desired sectional configuration may be obtained. Thereafter, adding of the photo-setting substance of a predetermined depth and the selective light projection same as above-described manner are repeated while accompanying the descending of the vessel 1, whereby the solid B of a desired configuration may be obtained with a high dimensional accuracy.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-101408

⑤ Int.Cl.⁴B 29 C 35/02
C 08 F 2/48

識別記号

MDH

庁内整理番号

8415-4F
7102-4J

④ 公開 昭和62年(1987)5月11日

審査請求 有 発明の数 2 (全8頁)

⑭ 発明の名称 光学的造形法

⑰ 特 願 昭60-243073

⑱ 出 願 昭60(1985)10月29日

⑲ 発 明 者 丸 谷 洋 二 貝塚市水間457-1

⑳ 出 願 人 大 阪 府

㉑ 代 理 人 弁理士 三枝 英二 外2名

明 細 書

発明の名称 光学的造形法

特許請求の範囲

① 光硬化性流動物質を、容器内の少なくとも一

部において上方からの光照射により該物質上下面に及ぶ連続した硬化部分が得られる深さとなるように該容器に収容し、前記光硬化性物質の上方から選択的に光照射を行なつて該物質上下面に及ぶ硬化部分を形成し、さらに前記光硬化性物質を、前記硬化部分上において前記深さに相当する深さをなすように少なくとも前記硬化部分上に付加し、該光硬化性物質の上方から選択的に光照射を行なつて、前記硬化部分から連続して延びた硬化部分を形成し、これら光硬化性物質の付加及び硬化部分の形成を繰り返して所望形状の固体を形成する光学的造形法であつて、前記選択的光照射を行なうにあたり、形成すべき固体の横断面形状に沿う主経路とその周囲と

にわたる反覆微小運動を行なわせつつ照射光束を全体としては該主経路に沿つて移動して前記横断面形状を形成することを特徴とする光学的造形法。

② 光硬化性流動物質を、容器内の少くとも一部において上方からの光照射により該物質上下面に及ぶ連続した硬化部分が得られる深さとなるように該容器に収容し、前記光硬化性物質の上方から選択的に光照射を行なつて該物質上下面に及ぶ硬化部分を形成し、さらに前記光硬化性物質を、前記硬化部分上において前記深さに相当する深さをなすように少なくとも前記硬化部分上に付加し、該光硬化性物質の上方から選択的に光照射を行なつて、前記硬化部分から連続して延びた硬化部分を形成し、これら光硬化性物質の付加及び硬化部分の形成を繰り返して所望形状の固体を形成する光学的造形法であつて、前記選択的光照射を行なうにあたり、比較的光

束の太いレーザ光を用い、該レーザ光の光路中に少くとも該レーザ光束の周辺部を遮るような開口を有した遮蔽板を配設すると共に、前記光硬化性物質における硬化させるべき部分に該レーザ光による前記開口の像を結ばせて光照射を行なうことを特徴とする光学的造形法。

発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、光及び光硬化性流動物質を用いて行なう光学的造形法に関する。

従来の技術

従来、鋳型製作時に必要とされる製品形状に対応する模型、或いは切削加工の微細制御用又は形彫放電加工電極用の模型の製作は、手加工により、或いはNCフライス盤等を用いたNC切削加工により行なわれていた。然しながら、手加工による場合は多くの手間と熟練とを要するという問題が存し、NC切削加工による場合は、刃物の刃先形

状変更のための交換や磨耗等を考慮した複雑な工作プログラムを作る必要があると共に、加工面に生じた段を除くためにさらに仕上げ加工を必要とする場合があるという問題が存していた。

このような問題を解決するものとして、本出願人は次のような光学的造形法(特願昭59-105855号)を提案した。該方法は、第5図を参照しつつ説明すると、光硬化性流動物質(A)を、上方からの光照射により該物質上下面に及ぶ連続した硬化部分が得られる深さとなるように容器(1)に収容し[第5図(a)]、該光硬化性物質(A)の上方から選択的に光照射を行なつて該物質上下面に及ぶ硬化部分(B1)を形成し[第5図(b)]、さらに前記光硬化性物質(A)を、前記硬化部分(B1)上に前記深さに相当する深さをなすように付加し[第5図(c)]、該光硬化性物質(B1)の上方から選択的に光照射を行なつて、前記硬化部分(B1)から連続して延びた硬化部分(B2)を形成し[第5図

-8-

(d)]、これら光硬化性物質の付加及び硬化部分の形成を繰り返して所望形状の固体を形成することとを特徴とする光学的造形法である。また特願昭60-25555号を参照せよ。

発明が解決しようとする問題点

該提案に係る光学的造形法は、光硬化性流動物質の深さを調整しつつ光照射を選択的に行なうという簡単な操作により所望形状の固体を形成するものであり、前述の如き手加工による場合の手間と熟練との必要性を排し、NC切削加工による場合の刃物の交換、複雑な工作プログラムの作成、及び仕上げ加工の付加の必要性を排す等の効果を奏するものであつた。然しながら、光照射を選択的に行なう際に、光束をレンズ等で収束すれば、例えばレーザ光においては $1\mu\text{m}$ 内外の径というように全光エネルギーを集中でき寸法精度良好な固体を得ることができるが、得られる固体は光束の径に対応した薄い帯状のものに限られるという欠

-4-

点があつた。

かと言つてレーザ光を太い光束で放出させ、或いはレンズ等により光束の径を拡げて照射すると、レーザ光の強度は光束断面において、例えば光軸を中心とするガウス分布の如く、周辺部へ向けて減衰した状態となつてゐるため、該周辺部での硬化度合が不安定となり、得られる固体の寸法精度が悪くなるという欠点が生じた。

本発明は、光学的造形法におけるこのような欠点を解消し、所望厚さの固体を高い寸法精度で形成しうる光学的造形法を提供することを目的とする。

発明の構成及び効果

本発明の前記目的は、1つには、光硬化性流動物質を、容器内の少なくとも一部において上方からの光照射により該物質上下面に及ぶ連続した硬化部分が得られる深さとなるように該容器に収容し、前記光硬化性物質の上方から選択的に光照射

を行なつて該物質上下面に及ぶ硬化部分を形成し、さらに前記光硬化性物質を、前記硬化部分上において前記深さに相当する深さをなすように少くとも前記硬化部分上に付加し、該光硬化性物質の上方から選択的に光照射を行なつて、前記硬化部分から連続して延びた硬化部分を形成し、これら光硬化性物質の付加及び硬化部分の形成を繰り返して所望形状の固体を形成する光学的造形法であつて、前記選択的光照射を行なうにあたり、形成すべき固体の横断面形状に沿う主経路とその周囲とにわたる反覆微小運動を行なわせつつ照射光束を全体としては該主経路に沿つて移動して前記横断面形状を形成することを特徴とする光学的造形法（第1発明）により達成される。

前記光硬化性流動物質としては、光照射により硬化する種々の物質を用いることができ、例えば変性ポリウレタンメタクリレート、オリゴエステルアクリレート、ウレタンアクリレート、エポキ

-7-

との間の露光量変化を急峻として硬化寸法精度を高くすることができ、且つ前記反覆微小運動により所望厚さの固体を得ることができる。

前記反覆微小運動を行なわせつつ全体として前記主経路に沿つて照射箇所を移動するには、光照射主体の前記主経路に沿う位置制御プログラムに前記反覆微小運動プログラムを付加して同時に制御することができるが、この場合は制御プログラムが複雑となり、また全体の動作時間が長くなるという欠点がある。したがつて、主経路に沿う移動と反覆微小運動とを相互に独立して行なうのが望ましく、例えば、前記主経路を前記容器と光照射主体との相対運動によつて描き、前記反覆微小運動を照射光路中の反射体又は屈折体の反覆微小運動により行なつて必要な照射箇所の移動を得ることができる。

前記反覆微小運動としては、円運動、直線往復運動等種々のものが可能である。

シアクリレート、感光性ポリイミド、アミノアルキドを挙げることができる。

前記光としては、使用する光硬化性物質に応じ、可視光、紫外光等種々の光を用いることができる。該光は通常の光としてもよいが、レーザ光とすることにより、エネルギーレベルを高めて造形時間を短縮し、良好な集光性を利用して造形精度をより向上させ得るという利点を得ることができる。

該第1発明によれば、光硬化性流動物質の深さを調整しつつ光照射を選択的に行なう操作により所望形状の固体が形成される点で、前記基本発明における効果が奏される。しかも該第1発明においては、前記選択的光照射は、形成すべき固体の横断面形状に沿う主経路とその周囲とにわたる反覆微小運動を行なわせつつ照射光束を全体としては該主経路に沿つて移動して前記横断面形状を形成するように行なわれるので、照射光を収束して、高密度のエネルギーを得、照射箇所と非照射箇所

-8-

本発明の前記目的はまた、光硬化性流動物質を、容器内の少くとも一部において上方からの光照射により該物質上下面に及ぶ連続した硬化部分が得られる深さとなるように該容器に収容し、前記光硬化性物質の上方から選択的に光照射を行なつて該物質上下面に及ぶ硬化部分を形成し、さらに前記光硬化性物質を、前記硬化部分上において前記深さに相当する深さをなすように少くとも前記硬化部分上に付加し、該光硬化性物質の上方から選択的に光照射を行なつて、前記硬化部分から連続して延びた硬化部分を形成し、これら光硬化性物質の付加及び硬化部分の形成を繰り返して所望形状の固体を形成する光学的造形法であつて、前記選択的光照射を行なうにあたり、比較的光束の太いレーザ光を用い、該レーザ光の光路中に少くとも該レーザ光束の周辺部を遮るような開口を有した遮蔽板を配設すると共に、前記光硬化性物質における硬化させるべき部分に該レーザ光による前

前開口の像を結ばせて光照射を行なうことを特徴とする光学的造形法(第2発明)により達成される。

前記光硬化性流動物質としては、前記第1発明におけると同じものを挙げることができる。

該第2発明によつても、前記第1発明と同様、前記基本発明の効果が奏される。しかも該第2発明においては、前記選択的光照射は、比較的光束の太いレーザ光を用い、該レーザ光の光路中に少くとも該レーザ光束の周辺部を遮るような開口を有した遮蔽板を配設すると共に、前記光硬化性物質における硬化させるべき部分に該レーザ光による前記開口の像を結ばせて行なわれるので、太い光束で放出され或いはレンズ等により光束を拡げられたレーザ光の有する外縁部の緩やかな減衰部分が前記遮蔽板により遮られると共に、前記開口を經る際に生じる回折光は結像により硬化させるべき光硬化性物質部分に収束せしめられ、結果とし

-11-

して延びた硬化部分を形成し、これら光硬化性物質の付加及び硬化部分の形成を繰り返して行なうことができる。この場合は、硬化すべき光硬化性物質の液面は有底体底面により覆われるので、空气中の成分や埃等、容器中の雰囲気による影響を防止するという利点が得られる。

また、前記光硬化性流動物質に、予め顔料、セラミックス粉、金属粉等の改質用材料を混入したものを使用してもよい。

実 施 例

以下、本発明の実施例を添付図面と共に説明する。

第1図は前記第1発明の実施例における1態様を示している。容器(1)は、該容器をテーブル(3)に対し水平方向及び垂直方向に移動しうる位置制御装置(2)上に載せられている。容器(1)の上方には微動反射装置(4)がテーブル(3)に対し固定的に配置されている。反射装置(4)は平面鏡(4a)と、該平面鏡を

て照射箇所と非照射箇所との間の露光量変化を急峻として硬化寸法精度を高くすることができ、且つ太い光束に基づき所望厚さの固体を容易に得ることができる。

なお、前記第1及び第2発明のいずれにおいても、固体形成は、上下方向に透光性を有する中空又は中実の有底体を容器内の前記光硬化性流動物質中に浸漬することにより該有底体の底面と前記容器底の上面との間に、上方からの光照射により前記物質上下面に及ぶ連続した硬化部分が得られる深さとなるように前記物質を収容し、前記有底体の上方から選択的に光照射を行なつて前記底面及び上面間の前記物質上下面に及ぶ硬化部分を形成し、その後前記有底体を若干引き上げることににより前記硬化部分上面と前記有底体底面との間に、前記深さに相当する深さをなすように前記有底体周囲の前記物質を付加し、前記有底体の上方から選択的に光照射を行なつて前記硬化部分から連続

-12-

回転軸線(4b)まわりに駆動回転するモータを備えた駆動部(4c)とを備えている。平面鏡(4a)は反射面の垂線が回転軸線(4b)と微小角(α)をなすように若干傾斜して駆動部(4c)に取付けられている(図では傾斜角が拡大して示されている)。レーザ光(C_0)は図外光源から平面鏡(4a)に向けて放出され、該平面鏡(4a)により容器(1)の方へ反射せしめられる。容器(1)には光硬化性物質(A)が上方からの光照射により該物質上下面に及ぶ連続した硬化部分を形成しうる深さに収容される。平面鏡(4a)から該光硬化性物質(A)への光路中にはレンズ装置(5)が配置され、該光硬化性物質(A)に対しレーザ光(C_1)を収束させて照射しうるようになっている。

したがつて駆動部(4c)により平面鏡(4a)を軸線(4b)まわりに回転させながらレーザ光を該平面鏡(4a)に向けて照射すると、反射光は角度(2α)を中心角とする円錐面に沿う首振り運動をし、レンズ装置(5)を經て光硬化性物質(A)上に集光される。これによ

り反覆微小運動を伴った光照射を行なうことができる。レンズ装置(6)におけるレンズ径は前記首振り運動をする反射光を受けるのに十分な大きさとされる。この反覆微小運動を行なわせつつ、位置制御装置(2)により容器(1)をレーザ光(C₁)に対し相対的に移動させ、第2図に示すように、形成すべき固体の形状に沿う主経路(11)に沿ってレーザ光(C₁)を相対移動させれば、所望の横断面形状が得られる。その後、所定深さの光硬化性物質の付加及び前記同様の選択的光照射を容器(1)の下降を伴いつつ繰返せば、所望形状の固体(13)が高い寸法精度をもつて得られるのは前述のとおりである。

第8図は前記第2発明の実施例における1態様を示している。この例においても、前の例と同様に容器(1)は位置制御装置(2)上に載せられ、テーブル(3)に対し水平方向及び垂直方向に移動可能となっている。容器(1)の上方には、レーザ光源(図示せず)、遮蔽板(6)及びレンズ装置(7)がテーブル(3)

に対し固定的に設けられている。レーザ光源からは比較的光束の太いレーザ光(C₂)が発せられる。この光束の太さは、形成すべき固体の厚さ等の横断面形状に応じ、且つ硬化に必要な光量を考慮して決められる。遮蔽板(6)は前記レーザ光束(C₂)の周辺部を遮る開口(14)を有している。開口(14)の形状は円形、矩形等適宜のものとすることができ、開口(14)を通過し周辺の減衰部分をカットされたレーザ光(C₃)は、第4図に強度分布を示すように、その光束縁部において急激な強度変化を伴う。レンズ装置(7)は、遮蔽板(6)と、容器(1)内における所定深さの光硬化性物質との間に配置され、該物質における硬化させるべき部分にレーザ光(C₃)による開口(14)の像を結ばせる。このため遮蔽板下面からレンズ中央までの距離(a)、レンズ中央から光硬化性物質における硬化させるべき部分までの距離(b)、及びレンズの焦点距離(f)の間に

-15-

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

なる関係が成立するように、必要な位置決めがなされる。この結像により開口(14)を通過する際の屈折光は光硬化物質上に収束せしめられ、輪郭の明確な光照射が得られる。

したがって光硬化性物質に照射されるレーザ光の光束の太さは、十分な太さの放出光に基づき、遮蔽板開口(14)の径及びレンズ装置(7)の焦点距離により適切に選択することができ、位置制御装置(2)により容器(1)をレーザ光(C₃)に対し相対的に移動させ、形成すべき固体の形状に沿う主経路に沿ってレーザ光(C₃)を相対移動させれば、所望の横断面形状を有した硬化部分が得られる。さらに所定深さの光硬化性物質の付加及び同様の選択的レーザ光照射を、容器(1)の下降を伴いつつ繰返せば、所望形状の固体(13)が、輪郭の明確なレーザ光束に基づき高い寸法精度をもつて得られる。

-16-

なお、前記いずれの実施例においても、集光のためには、レンズに代え凹面鏡を使用しうるのは勿論である。また第1図に示した例においては、平面鏡(4)の代わりに適切な焦点距離の凹面鏡を使用し、レンズ装置(5)を省略することも可能である。さらに、第1図の例における照射光の反覆微小運動を得るための装置としては種々のものを採用することができ、例えば第6図及び第7図に示す装置を使用することができる。この装置は水平に配置され中心(O)を通る垂直軸線まわりに回転せしめられる支持板(8)と、該支持板(8)の中心(O)を含み且つ該中心(O)から偏心した位置において支持板(8)に水平に固着された凸レンズ(9)とを備えている。したがって光硬化性物質上で支持板(8)を回転させつつ、レーザ光等の光を中心(O)を通るように垂直に照射することにより、第7図(a)、(b)、(c)に示すように、レンズ(9)による収束光の首振り運動に基づく反覆微小運動が得られ、その焦点付近に配置さ

れた光硬化性物質の硬化部分(B)が該首振り角に対応して得られる。

参考として本発明方法により形成された固体の参考写真を添附する。参考写真において左側の固体は前記第1発明の実施例方法により得られたものであり、右側の固体は前記第2発明の実施例により得られたものである。固体近傍のスケールの単位は cm である。

図面の簡単な説明

第1図は第1発明の1実施例を概略的に一部断面をもつて示す正面図、第2図は第1図の例における照射光束の軌跡を示す平面図、第3図は第2発明の1実施例を概略的に一部断面をもつて示す正面図、第4図は第3図の例における照射光強度を示すグラフ、第5図は本発明の基本をなす光学的造形法の工程を順を追って例示する縦断面図、第6図は第1発明における照射光の反覆微小運動を得るための装置の他の例の平面図、第7図は該

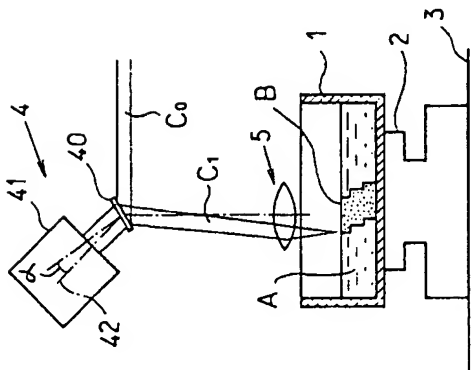
装置の作動状態を経時的に示す縦断面図である。

- (1) … 容器、
- (2) … 位置制御装置、
- (4) … 微動反射装置、
- (6) … レンズ装置、
- (8) … 遮蔽板、
- (7) … レンズ装置、
- (9) … レンズ、
- (10) … 平面鏡、
- (11) … 駆動装置、
- (11) … 開口、
- (A) … 光硬化性流動物質、
- (B) … 固体。

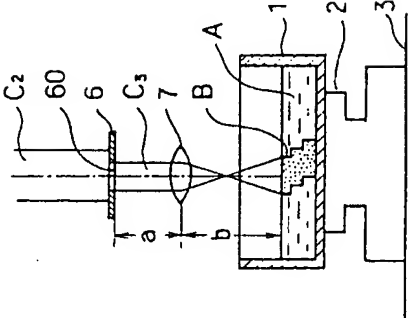
(以上)

代理人 弁理士 三 枝 英 二

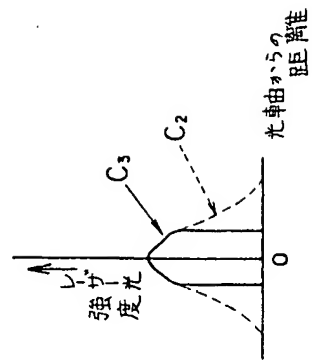
第 1 図



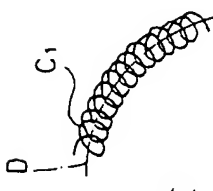
第 3 図



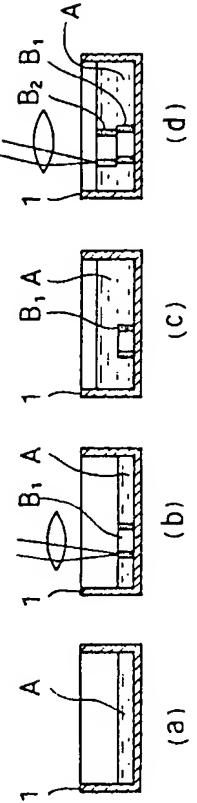
第 4 図



第 2 図

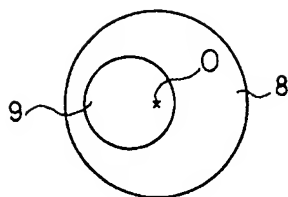


第 5 図

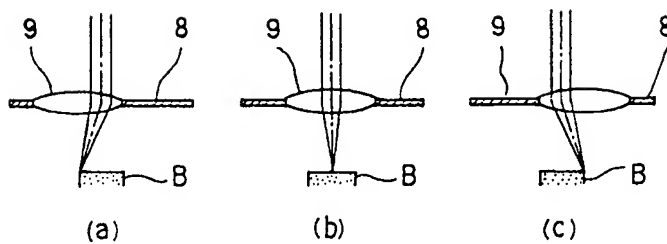


- 1: 容器
- 2: 位置制御装置
- 4: 微動反射装置
- 5: レンズ装置
- 6: 遮蔽板
- 7: レンズ装置
- A: 光硬化性流動物質
- B: 固体
- 40: 平面鏡
- 41: 馬車重カ装置
- 50: 開口

第 6 図



第 7 図



9: レンズ